

2ª Lista de Exercícios Mecânica Quântica

(Oscilador harmônico)

1. Encontre a função de onda $\varphi_1(x)$ (1º estado excitado) do oscilador harmônico.
2. Encontre a função de onda $\varphi_2(x)$ (2º estado excitado) do oscilador harmônico.
3. Mostre que:
 - a) $a_+\varphi_n = c_n\varphi_{n+1}$, onde $c_n = \sqrt{n+1}$.
 - b) $a_-\varphi_n = d_n\varphi_{n-1}$, onde $d_n = \sqrt{n}$.
 - c) $\varphi_n = A_n(a_+)^n\varphi_0$, onde $A_n = \frac{1}{\sqrt{n!}}$.
4. Calcule $\langle x \rangle$, $\langle p \rangle$, $\langle x^2 \rangle$, $\langle p^2 \rangle$ para o estado fundamental (φ_0) e para o primeiro estado excitado (φ_1) do oscilador harmônico.
5. Calcule $\langle x \rangle$, $\langle p \rangle$ e $\langle V \rangle$ para o n-ésimo estado excitado do oscilador harmônico.

(Potencial delta)

6. Calcule $\langle x \rangle$, $\langle p \rangle$, $\langle x^2 \rangle$, $\langle p^2 \rangle$ e $\langle E \rangle$ para o estado ligado do potencial delta negativo. (use: $\varphi(x) = -\frac{\sqrt{m\alpha}}{\hbar} e^{-k|x|}$, onde $k = \frac{m\alpha}{\hbar}$ e $E = \frac{-(\hbar k)^2}{2m}$)
7. Resolva o potencial delta $\alpha < 0$. (barreira) para:
 - a) $E > 0$;
 - b) $E < 0$.
8. Discuta sobre estados ligados e estados espalhados. Qual seu significado físico? qual a diferença entre eles?